

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07151172
PUBLICATION DATE : 13-06-95

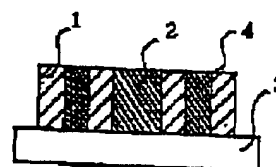
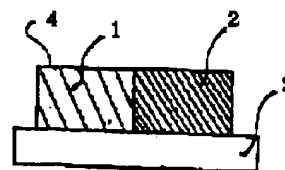
APPLICATION DATE : 26-11-93
APPLICATION NUMBER : 05321063

APPLICANT : TOSHIBA TUNGALOY CO LTD;

INVENTOR : JIBIKI AKITO;

INT.CL. : F16D 69/02

TITLE : COMPOSITE FRICTION MATERIAL



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the strength, the wear resistance and the frictional characteristic at high/low temperature and in the presence of water by constituting the friction working surface of the friction material of a first metallic surface containing the matrix of metal and/or alloy, the lubrication content and ceramics and a second organic surface.

CONSTITUTION: A friction material is arranged on a back plate 3, and a friction working surface 4 is constituted of a first surface made of the metallic friction material 2 containing the matrix of metal and/or alloy, the lubrication content, and ceramics, and a second surface of the organic friction material 1. The metallic friction material 2 is made of, e.g. Cu or Fe friction material where mainly Cu or Fe is the matrix. The organic friction material 1 is made of the friction material containing the thermosetting resin such as phenol resin and polyimide resin. The whole strength is increased by the back plate 3, and the frictional characteristic can be stabilized at high temperature and in the presence of water with the metallic friction material 2, and vibration and noise can be suppressed and the frictional characteristic at low temperature can be stabilized with the organic friction material.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-151172

(43) 公開日 平成7年(1995)6月13日

(51) Int.Cl.⁶

F 1 6 D 69/02

識別記号

G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-321063

(22) 出願日 平成5年(1993)11月26日

(71) 出願人 000221144

東芝タンガロイ株式会社

神奈川県川崎市幸区塚越1丁目7番地

(72) 発明者 地曳 明人

神奈川県川崎市幸区塚越1丁目7番地 東

芝タンガロイ株式会社内

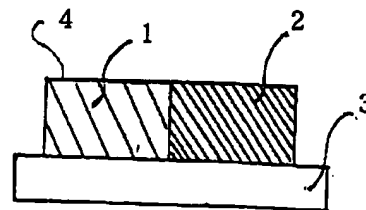
(54) 【発明の名称】 複合摩擦材料

(57) 【要約】

【目的】 従来の有機系摩擦材料およびメタリック系摩擦材料における問題点を解決し、低温領域から高温領域における強度、耐摩耗性、摩擦特性と、水介在下における摩擦特性に優れると共に鳴き防止および振動防止に優れる複合摩擦材料を提供する。

【構成】 基板上に摩擦材料が配設された複合摩擦材料であって、該摩擦材料の摩擦作用面がメタリック系摩擦材料でなる第1表面と有機系摩擦材料でなる第2表面とで構成されていることを特徴とする。

【効果】 本発明の複合摩擦材料は、従来の有機系摩擦材料に比べて、乾式摩擦試験における摩擦係数が高く、特に高温領域における耐摩耗性に顕著に優れており、従来のメタリック系摩擦材料に比べて、乾式摩擦試験における摩擦作用面の温度変化に対する摩擦係数が安定し、かつ鳴き試験における鳴きおよび振動が顕著に優れるという効果がある。



(2)

特開平7-151172

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 裏板上に摩擦材料が配設された複合摩擦材料において、該摩擦材料の摩擦作用面は、金属および／または合金のマトリックスと潤滑成分とセラミックスとを含むメタリック系摩擦材料でなる第1表面と有機系摩擦材料でなる第2表面とで構成されていることを特徴とする複合摩擦材料。

【請求項2】 上記メタリック系摩擦材料は、8～80重量％Cuおよび／または4～70重量％Niを含むメタリック系摩擦材料であることを特徴とする請求項1記載の複合摩擦材料。

【請求項3】 上記摩擦作用面における上記第1表面对上記第2表面の面積比は、1：9～4：1であることを特徴とする請求項1、または2記載の複合摩擦材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、裏板上に異なった2種類の摩擦材料が配設された複合摩擦材料に関し、具体的には、例えば工作機械、建設機械、自動車、鉄道車輛および航空機のクラッチやブレーキ材料として最適な摩擦材料に関する。

【0002】

【従来の技術】脱アスベスト摩擦材料がほぼ完了した最近の摩擦材料としては、材質的な方向から大別すると、樹脂などの有機物の含有した有機系摩擦材料と、主成分にFeやCuの金属を含有したメタリック系摩擦材料と、炭素繊維を主として炭素で固めた炭素-炭素繊維系摩擦材料が実用上の主流となっておりつつある。

【0003】これらのうち、有機系摩擦材料は、樹脂などの有機物を含有しているため、耐熱性に問題があり、摩擦作用面温度が300℃以上の高温となる条件で使用した場合、樹脂の分解によりフェード現象を起こし、摩擦係数の低下、摩耗の増大などの問題がある。

【0004】また、メタリック系摩擦材料は、金属および／または合金を含有しているために、有機系摩擦材料に比べて高負荷条件における摩擦特性に優れているものの、振動が大きく、異常騒音（鳴き）やジャダーを発生し易く、相手材を摩耗させる傾向が高いという問題がある。

【0005】これらの問題点を解決しようとしたものの代表例に、特開平3-109481号公報、特開平4-290621号公報、特開平5-9458号公報、特開平5-99250号公報、特開昭63-30617号公報、特開平3-291339号公報、特開平4-15285号公報および特開昭63-125836号公報がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の摩擦材料の内、有機系摩擦材料としての特開平3-109481号公報には、無機基材および／または有機基材と、摩擦調整剤

2

である銅箔または銅粉と、結合剤であるポリアミドイミド樹脂を用いてなる耐熱性摩擦材について記載されており、特開平4-290621号公報には、ガラス繊維と板状チタン酸カリウムを含み熱硬化性樹脂を結合剤とする耐熱性摩擦材料について記載されており、特開平5-9458号公報には、アラミド繊維を含むファイラーと熱硬化性樹脂の結合剤とからなる湿式摩擦材料について記載されており、特開平5-99250号公報には、表層部が熱可塑性樹脂を混在させた鉄製材料にて構成されたディスクブレーキ用ディスクロータについて記載されている。

【0007】これらの有機系摩擦材料は、銅の高熱伝導性、ガラス繊維やアラミド繊維による高強度化または铸铁の表面を熱可塑性樹脂で包み込むことにより耐摩耗性の向上等を達成させた優れたものではあるが、やはり、高温になると樹脂の分解が生じ、フェード現象、摩擦係数の低下および耐摩耗性の劣下という問題が発生する。

【0008】一方、メタリック系摩擦材料としての特開昭63-30617号公報には、NiとCuを含むマトリックスと潤滑剤や硬質粒子等のファイラーとからなる摩擦材料組成物について記載されており、特開平3-291339号公報には、銅、鉄またはその合金でなるマトリックスに安定化ジルコニアを含有する焼結摩擦材料について記載されており、特開平4-15285号公報には、Cu、Sn、Zn、またはその合金をマトリックスとし、他にセラミックスと潤滑成分とマイカを含有した乾式焼結摩擦材料について記載されている。

【0009】これらのメタリック系摩擦材料は、マトリックス中のNiとCuの比率調整、安定化ジルコニアの含有量、またはマイカの含有量を最適として、メタリック系摩擦材料としての特性を高めたものではあるが、やはり異常騒音やジャダーの発生または相手材を摩耗損傷させるという問題がある。

【0010】また、摩擦作用面における構成が異なるものとしての特開昭63-125836号公報には、有機系摩擦材料の1種であるセミメタリック摩擦材料と炭素-炭素繊維系摩擦材料とを裏板上に配置した摩擦材料について記載されている。同公報に記載の摩擦材料は、セミメタリック系摩擦材料または炭素-炭素繊維系摩擦材料のそれぞれの単品に比較して耐フェード特性、水フェード特性および耐摩耗性を満足するに至っていないという問題がある。

【0011】本発明は、上述のような問題点を解決したものであり、具体的には、低温領域から高温領域および水介在下における強度、耐摩耗性、摩擦特性を優れるようにした複合摩擦材料の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は、高負荷条件においても低温領域から高温領域までの摩擦特性が安定し、かつ強度および耐摩耗性に優れるような摩擦材料の

(3)

特開平7-151172

3

検討を行っていた所、同一摩擦作用面上にメタリック系摩擦材料で構成される面と有機系摩擦材料で構成される面を介在しておくと、摩擦特性が安定し、特に、メタリック系摩擦材料の金属の種類や含有量、有機系摩擦材料の結合剤としての樹脂およびその他物質の種類や含有量、並びに、メタリック系摩擦材料で構成される面積と有機系摩擦材料で構成される面積との比率を一定に保持することにより、低温領域から高温領域までの摩擦特性の安定性、耐摩耗性および強度に優れるという知見を得て、本発明を完成するに至ったものである。

【0013】すなわち、本発明の複合摩擦材料は、裏板上に摩擦材料が配設された複合摩擦材料であって、該摩擦材料の摩擦作用面が金属および/または合金のマトリックスと潤滑成分とセラミックスとを含むメタリック系摩擦材料でなる第1表面と有機系摩擦材料でなる第2表面とで構成されていることを特徴とする。

【0014】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面とは、速度制御または速度停止時に他の物質と接触して摩擦作用が生じる摩擦材料面のことである。

【0015】この摩擦作用面がメタリック系摩擦材料でなる第1表面と有機系摩擦材料でなる第2表面とで構成されていることが本発明の複合摩擦材料としての大きな特徴であり、摩擦作用面における第1表面対第2表面の面積比が1:9~4:1で構成されていることが摩擦特性の安定性から好ましく、特に、低温領域の摩擦特性または水分介在下の摩擦特性を重視する使用条件の場合は、第1表面の面積をできるだけ小さくすることが好ましく、具体的には、第1表面対第2表面の面積比が1:9~1:1であり、逆に高温領域の摩擦特性を重視する使用条件の場合には、第2表面の面積をできるだけ小さくすることが好ましく、具体的には、第1表面対第2表面の面積比が4:1~1:1でなることが好ましい。

【0016】本発明の複合摩擦材料における裏板上の第1表面と第2表面の配置または面積の形状などの構造については特に限定されるものでなく、例えば、図1の例示のように裏板上の右半分を第1表面とし、左半分を第2表面とすること、図2の例示のように裏板上の中心部を第1表面とし、両側または外周面を第2表面とすること、図5、12、13の例示のようにこれら第2表面と第1表面が逆になった構造、図3、6、8、9、10、11の例示のように第1表面と第2表面が交互に配置された構造、もしくは図4、7の例示のように、メタリック系摩擦材料を予め粉碎し塊状体とし、この塊状体を有機系摩擦材料中に分散させた構造などを挙げることができる。

【0017】特に、有機系摩擦材料中にメタリック系摩擦材料の塊状体を分散させた構造とする場合には、メタリック系摩擦材料が多くなる方が耐摩耗性から好ましい。

【0018】本発明の複合摩擦材料におけるメタリック

4

系摩擦材料は、具体的には、例えば従来から一般によく実用されている主としてCuをマトリックスとするCu系摩擦材料、主としてFeをマトリックスとするFe系摩擦材料を使用することができるがCu-Sn, Cu-Zn, Cu-Sn-Zn, Cu-Ni, Cu-Ni-Feなどの金属または合金をマトリックスとし、他に黒鉛、二硫化モリブデン、二硫化タングステン、Pb, フッ化バリウム, フッ化カルシウム, フッ化黒鉛, 窒化ホウ素, 雲母などの中の1種以上の潤滑成分、アルミナ、シリカ、ムライト、ジルコン、炭化ケイ素、窒化ケイ素、硫酸バリウム、炭酸カルシウムなどの中の1種以上のセラミックスを含有したメタリック系摩擦材料が好ましく、特に、金属または合金として、8~80重量%Cuおよび/または4~70重量%Niを含むメタリック系摩擦材料からなることが好ましい。

【0019】また、本発明の複合摩擦材料における有機系摩擦材料は、具体的には、例えばフェノール樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、フラン樹脂、キシレン樹脂、ケトン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アニリン樹脂、スルホンアミド樹脂、アルキド樹脂を代表例とする熱硬化性樹脂を含み、他にスチール繊維、アラミド繊維、チタン酸カリウム繊維、ガラス繊維、カーボン繊維に代表される繊維と、さらにアルミナ、シリカ、ムライト、炭化ケイ素、フッ化カルシウム、二硫化モリブデン、二硫化タングステン、硫酸バリウム、炭酸カルシウムに代表されるセラミックス、天然ゴム、NBR（アクリロニトリル・ブタジエンゴム）、SBR（スチレン・ブタジエンゴム）、アクリルゴム、ウレタンゴム、シリコンゴム、フッ素ゴムに代表されるゴム材料、Cu, Sn, Fe, Pb, 黄銅に代表される金属や合金、カシューダスト、ガラス、カーボン、黒鉛の中の少なくとも1種を含んだ摩擦材料からなるものである。

【0020】本発明の複合摩擦材料は、従来から行われている粉末冶金法を応用して作製したメタリック系摩擦材料と有機系摩擦材料のそれぞれを裏板に固定すること、または前述したようにメタリック系摩擦材料を塊状体もしくは造粒状物体とした後、有機系摩擦材料中に分散させて焼成した摩擦材料を裏板に固定することにより作製することができる。このときの裏板は、従来から用いられている例えばステンレス鋼、普通鋼、特殊鋼、工具鋼などの鋼、鋳物、焼結合金またはセラミックス焼結合金からなり、この裏板に摩擦材料を固定する方法には、金属または合金などの接着剤を介在して固着する方法、リベットやボルトで接合する方法、裏板の固定面に凹みを形成し、凹み内に摩擦材料を嵌合する方法、もしくはこれらの2つ以上の方法を組合わせて固定することが好ましい。

【0021】

【作用】本発明の複合摩擦材料は、裏板が主として全体の強度を高める作用をし、使用領域において、メタリッ

(4)

特開平7-151172

5

ク系摩擦材料が高温領域における摩擦特性の安定化作用と、水分介在下における摩擦特性の安定化作用と、耐摩耗性を高める作用と、摩擦作用面における強度を高める作用をし、有機系摩擦材料が振動防止作用と、異常騒音（鳴き）やジャダー抑制作用と、低温領域における摩擦特性の安定化作用および強度向上作用をしているものである。

【0022】

【実施例】市販の各種金属粉末、セラミックス粉末、黒鉛を用いて、表1のM1～M7の組成成分に配合および混合して得たそれぞれの混合粉末を2t/cm²の圧力で成形し、加圧成形体を得た。これらの加圧成形体のそれぞれを銅メッキを施した裏板（JIS規格のSAPH 45鋼板）上に配置し、水素雰囲気中、900℃、10kg/cm²で加圧焼結した。

【0023】次に、市販の熱硬化性樹脂、スチール繊維、アラミド繊維、Cu粉末、黒鉛および各種のセラミックス粉末を用いて、表2のR1～R4の組成成分に配合および混合して得たそれぞれの混合粉末を100kg/cm²の圧力で成形し、加圧成形体を得た。

【0024】次いで、上述により得たM1～M7の焼結体が裏板に接合された同一摩擦作用面上に、R1～R4の加圧成形体を配置し、（裏板とR1～R4のとの間には接着剤を介在させて配置）200℃、200kg/cm²の圧力でポットプレスし、その後250℃で10時間熱処理して、表3に示した本発明品1～14を得た。本発明品1～14のそれぞれの摩擦作用面の垂直断面におけるメタリック系摩擦材料（M1～M17）と有機系摩擦材料（R1～R4）は、略図6、9、10に示すように少なくとも3層の複合層とし、それぞれの組合せ*30

6

*および摩擦作用面におけるそれぞれの面積比を表3に併記した。

【0025】比較として、同一裏板上の摩擦作用面の全面を表1のM2のメタリック系摩擦材料としたものを比較品1とし、表1のR1の有機系摩擦材料としたものを比較品2とした。

【0026】こうして得た本発明品1～14および比較品1、2を用いて、慣性モーメント3kgms²、摩擦作用面積18cm²、相手材FC25、速度100km/h、制動減速度0.3G、制動回数50回、制動前温度100、200、300、400℃と変化する条件でもって慣性式摩擦試験を行い、そのときの摩耗量および摩擦係数を求めて、その結果を表3に併記した。

【0027】また、本発明品1～14および比較品1、2を用いて、慣性モーメント3kgms²、摩擦作用面積18cm²、相手材FC25、速度50km/h、制動減速度0.3G、制動回数50回、水分介在下による湿式摩擦試験を行い、そのときの摩耗量および摩擦係数を求めて、その結果を表4に示した。

【0028】さらに、本発明品1～14および比較品1、2を用いて、慣性モーメント3kgms²、摩擦作用面積18cm²、相手材FC25、速度50km/h、制動減速度0.3G、制動前温度100℃、制動回数50回の条件で慣性式摩擦試験（鳴き試験）を行い、それぞれの鳴きおよび振動を評価し、そのときの音および振動量を1～5の評価点（1が最小で大きくなる程高い点とした）を付記し、その結果を表4に併記した。

【0029】

【表1】

試料 番号	メタリック系摩擦材料の配合組成成分 (wt%)										
	Cu	Sn	Ni	Fe	P	シリカ	アルミナ	ムライト	SiC	BaSO ₄	黒鉛
M1	76.1	8.2	—	—	—	3.7	3.2	—	—	—	8.8
M2	71.8	8.2	4.3	—	—	3.7	3.2	—	—	—	8.8
M3	70.5	8.3	5.5	—	—	3.7	3.2	—	—	—	8.8
M4	62.0	6.3	16.0	—	—	3.7	3.2	—	—	—	8.8
M5	42.0	4.3	38.0	—	—	3.7	3.2	—	—	—	8.8
M6	22.0	2.3	60.0	—	—	3.7	3.2	—	—	—	8.8
M7	10.0	—	—	60.0	0.5	—	—	12.2	5.5	3.0	8.8

【0030】

【表2】

試料 番号	有機系摩擦材料の配合組成成分 (wt%)								
	フェノール樹脂	ポリイミド樹脂	スチール繊維	アラミド繊維	Cu	シリカ	BaSO ₄	カシューダスト	黒鉛
R1	15	—	40	5	—	5	15	5	15
R2	15	—	20	5	20	5	15	5	15
R3	15	—	—	5	40	5	15	5	15
R4	—	15	20	5	20	5	15	5	15

(5)

特開平7-151172

7

8

【0031】

* * 【表3】

試料 番号		摩擦材 料の組 合わせ	摩 擦 作用面 面積比	乾 式 摩 擦 試 験							
				摩 耗 量 (mm)				摩 擦 係 数			
				100℃	200℃	300℃	400℃	100℃	200℃	300℃	400℃
本 発 明 品	1	M1-R1	1:1	0.09	0.10	0.23	0.31	0.48	0.49	0.45	0.43
	2	M1-R2	1:1	0.06	0.11	0.25	0.32	0.49	0.49	0.46	0.42
	3	M1-R3	1:1	0.10	0.12	0.30	0.40	0.48	0.50	0.45	0.46
	4	M1-R4	1:1	0.09	0.15	0.20	0.24	0.45	0.39	0.40	0.38
	5	M2-R1	2:1	0.06	0.08	0.18	0.20	0.56	0.55	0.52	0.49
	6	M3-R1	2:1	0.11	0.12	0.13	0.22	0.58	0.59	0.51	0.48
	7	M4-R1	2:1	0.10	0.10	0.15	0.20	0.60	0.51	0.59	0.51
	8	M5-R1	2:1	0.09	0.15	0.18	0.26	0.55	0.51	0.57	0.50
	9	M6-R1	2:1	0.07	0.13	0.21	0.28	0.42	0.45	0.46	0.45
	10	M7-R1	2:1	0.05	0.06	0.10	0.15	0.40	0.41	0.38	0.36
	11	M2-R1	1:1	0.08	0.10	0.21	0.29	0.55	0.55	0.51	0.50
	12	M2-R1	1:3	0.06	0.12	0.43	0.50	0.50	0.48	0.51	0.45
	13	M2-R1	1:5	0.11	0.19	0.41	0.65	0.48	0.49	0.43	0.41
	14	M2-R1	1:7	0.10	0.18	0.50	0.71	0.44	0.48	0.42	0.40
比 較 品	1	M2	全面M2	0.12	0.12	0.17	0.18	0.65	0.58	0.52	0.50
	2	R1	全面R1	0.08	0.16	0.51	1.02	0.35	0.38	0.33	0.30

【0032】

※ ※ 【表4】

試料 番号		湿 式 摩 擦 試 験		鳴 き 試 験 (音,振動量)
		摩 耗 量 (mm)	摩 擦 係 数	
本 発 明 品	1	0.22	0.43	2
	2	0.24	0.46	2
	3	0.22	0.42	2
	4	0.25	0.41	2
	5	0.18	0.49	2
	6	0.16	0.50	3
	7	0.16	0.48	4
	8	0.19	0.46	3
	9	0.15	0.43	3
	10	0.10	0.38	3
	11	0.23	0.44	2
	12	0.25	0.42	2
	13	0.32	0.38	2
	14	0.35	0.33	1
比較品	1	0.15	0.52	5
	2	0.34	0.23	1

【0033】

【発明の効果】本発明の複合摩擦材料は、従来の有機系摩擦材料比べて、乾式摩擦試験における摩擦係数が高く、特に高温領域における耐摩耗性が顕著に優れてお

り、従来のメタリック系摩擦材料に比べて、乾式摩擦試験における摩擦作用面の温度変化に対する摩擦係数が安定し、かつ鳴き試験における鳴きおよび振動が顕著に優れるという効果がある。

(6)

特開平7-151172

9

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面に対する垂直断面の概略図である。

【図2】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面に対する垂直断面の概略図である。

【図3】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面に対する垂直断面の概略図である。

【図4】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面に対する垂直断面の概略図である。

【図5】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面に対する垂直断面の概略図である。

【図6】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

【図7】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

【図8】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面から

の概略図である。

【図9】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

【図10】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

【図11】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

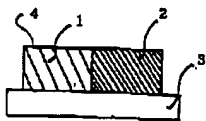
【図12】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

【図13】本発明の複合摩擦材料における摩擦作用面からの概略図である。

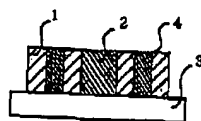
【符号の説明】

- 1 有機系摩擦材料
- 2 メタリック系摩擦材料
- 3 裏板
- 4 摩擦作用面

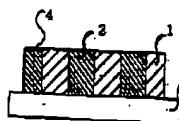
【図1】



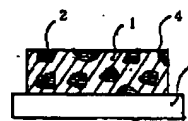
【図2】



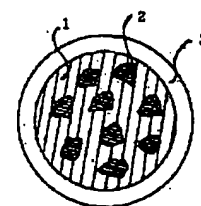
【図3】



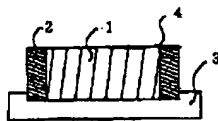
【図4】



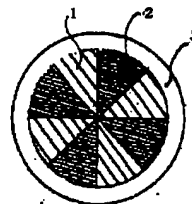
【図7】



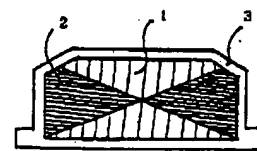
【図5】



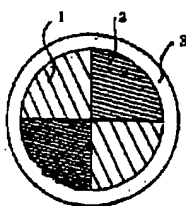
【図6】



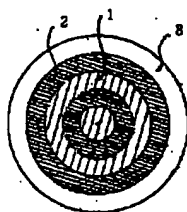
【図11】



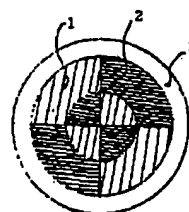
【図8】



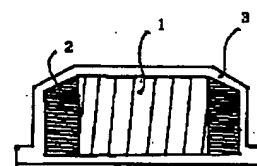
【図9】



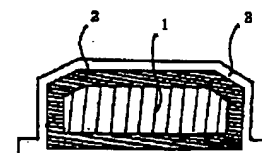
【図10】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.